

6 4 2002 061  
AS →

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication : **2 784 930**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **98 13293**

(51) Int Cl<sup>7</sup> : B 29 C 70/16, B 29 C 53/58, B 29 D 22/00, 23/00 //  
B 29 K 23:00, 309:08

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 23.10.98.

(30) Priorité :

(43) Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 28.04.00 Bulletin 00/17.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

(71) Demandeur(s) : VETROTEX FRANCE Société ano-  
nyme — FR.

(72) Inventeur(s) : DEBALME JEAN PAUL, VOIRON JAC-  
QUES et CIVIDINO ALEXANDRE.

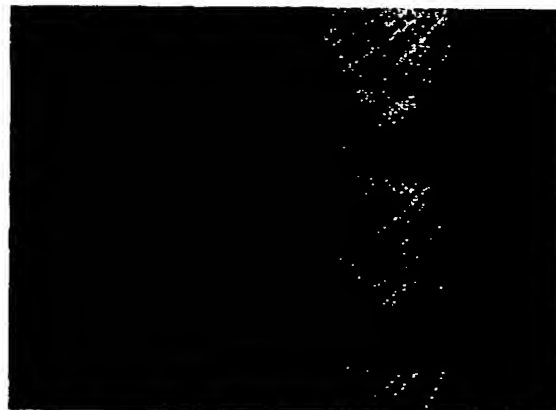
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : SAINT GOBAIN RECHERCHE.

(54) CORPS DE REVOLUTION CREUX EN MATERIAU COMPOSITE ET SON PROCEDE DE FABRICATION.

(57) La présente invention est relative à un corps de révo-  
lution creux (1) dont la paroi est à base d'une matière orga-  
nique thermoplastique A unique dans laquelle sont noyés,  
en étant enroulés hélicoïdalement autour de l'axe du corps,  
des fils de verre continus.

Selon l'invention, la paroi présente un taux volumique de  
vide  $V_v$  inférieur à 0, 5 %, de préférence inférieur à 0, 2 %.



FR 2 784 930 - A1



5

10           La présente invention est relative à un corps de révolution creux à base d'une matière organique thermoplastique unique, dans lequel sont noyés en étant enroulés hélicoïdalement autour de son axe, des fils de verre continus.

          Bien qu'elle ne soit pas limitée à une telle application, l'invention sera plus particulièrement décrite en référence à la fabrication de tuyaux de tous types,  
15           notamment ceux destinés à véhiculer des fluides sous pression.

          Une autre application intéressante est la fabrication de réservoirs destinés à contenir des fluides notamment sous pression.

          Les matières plastiques ont déjà été largement utilisées pour ce type de fabrication, mais, pour résister aux pressions importantes rencontrées, la paroi  
20           des tuyaux fabriqués a nécessairement une épaisseur très importante. Cette épaisseur très importante confère aux tuyaux un poids considérable.

          Afin de réduire le poids de tels tuyaux, il a déjà été proposé de les renforcer au moyen de fibres de renforcement disposées à leur surface. Une telle solution a été notamment envisagée par le brevet GB-A-2077880, qui décrit un tuyau  
25           composite constitué d'un mandrin extrudé en PVC ou en polypropylène immédiatement recouvert, dans le sens axial, de fils de verre continus imprégnés d'une résine thermoplastique, sur lesquels sont enroulés de manière hélicoïdale des fils de verre continus imprégnés d'une résine thermodure, ces derniers étant eux-mêmes recouverts d'une couche en résine thermoplastique.

30           Outre le fait que la fabrication de ces tuyaux en continu est d'une complexité considérable et coûteuse, la durée de vie de ces tuyaux est très courte. En effet, les différents matériaux précités qui les constituent se délaminent entre eux rapidement, ce qui diminue rapidement leur résistance à l'éclatement.

C'est pourquoi le brevet EP-A-0697553 a proposé un autre type de tuyau composite constitué d'un mandrin extrudé en matière plastique au sein duquel sont dispersées des fibres de renforcement courtes, parallèlement à son axe, et autour duquel des fibres de renforcement continues sont enroulées  
5 hélicoïdalement.

Il s'avère que très rapidement les fibres courtes se déchaussent du mandrin extrudé, ce qui crée des amorces de rupture à l'intérieur de celui-ci, amorces qui se propagent rapidement. Par voie de conséquence, la résistance à l'éclatement du tuyau est rapidement diminuée. Pour garantir une résistance à  
10 l'éclatement à long terme minimale, notamment en respectant les normes en vigueur, il est alors nécessaire de compenser les propagations rapides des ruptures en augmentant à nouveau l'épaisseur du mandrin extrudé, ce qui induit une augmentation du poids non négligeable du tuyau.

En outre, même si une résistance à l'éclatement à long terme minimale est  
15 garantie, des fibres courtes, une fois déchaussées, apparaissent à la surface intérieure du mandrin. Et lorsque le fluide destiné à être véhiculé par le tuyau est de l'eau, les critères alimentaires auxquels doit répondre le tuyau ne sont plus remplis, car les fibres courtes apparentes risquent de venir polluer ledit fluide.

Le but de la présente invention est alors de pallier les inconvénients  
20 précités, et notamment de proposer un tuyau du type précité qui soit léger et qui présente une excellente résistance à l'éclatement à long terme.

Pour ce faire, l'invention a pour objet un corps de révolution creux dont la paroi est à base d'une matière organique thermoplastique unique, dans laquelle sont noyés en étant enroulés hélicoïdalement autour de l'axe du corps, des fils de  
25 verre continus. Selon l'invention, la paroi présente un taux volumique de vide  $V_v$  inférieur à 0,5 %, de préférence inférieur à 0,2 %.

On précise que, dans le cadre de l'invention, le taux volumique de vide conforme à l'invention peut être mesuré à l'aide d'une méthode micrographique du type analyse d'image. Il peut être également calculé à l'aide de la formule  
30 suivante :

$$V_v = (d_m - d_r) / d_m$$

dans laquelle  $d_m$  et  $d_r$  représentent respectivement la densité théorique et réelle du corps de révolution. La densité théorique est calculée à partir de la densité du

verre et des différentes densités de la matière organique thermoplastique A pondérées par leurs pourcentages relatifs. La densité réelle est, quant à elle, calculée en faisant le rapport du volume réel du corps de révolution mesuré sur la masse du corps effectivement pesée.

5 La solution répond parfaitement au problème posé. Pour arriver à celle-ci, les inventeurs ont su tout d'abord analyser les fonctions primordiales auxquelles doit répondre un tuyau composite et mettre en évidence les lacunes présentées par les tuyaux composites selon l'art antérieur, tels que ceux mentionnés en préambule.

10 Selon cette analyse, les fibres de renfort doivent en principe reprendre l'intégralité des efforts circonférentiels et longitudinaux dus à la pression exercée par le fluide circulant à l'intérieur du tuyau et la partie interne en matière organique thermoplastique doit assurer l'étanchéité et la compatibilité chimique avec ce même fluide. Un simple fretage de fibres de renfort continues sur un mandrin fait  
15 en matière organique thermoplastique devrait donc assurer ces fonctions.

Or les inventeurs ont découvert que, pour assurer la durabilité d'un tuyau composite de ce type dans le temps, il était absolument nécessaire d'avoir à la fois une protection efficace des fibres et une parfaite adhérence entre les différents éléments le composant.

20 Ils ont ainsi pu concevoir un corps tel que revendiqué avec un niveau d'imprégnation des différents éléments le composant suffisamment élevé pour garantir une durée de vie bien supérieure à celles rencontrées auparavant.

En outre, l'invention permet d'obtenir des tuyaux dont le transport et la manutention sont largement facilités.

25 Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, la matière organique thermoplastique est du polyéthylène PE. Une telle matière a pour avantages, entre autres, d'être chimiquement inerte et de pouvoir résister à des températures très basses. Bien évidemment, la matière peut être du polypropylène PP ou du chlorure de polyvinyle PVC.

30 La densité d de ladite matière organique thermoplastique peut être variable dans l'épaisseur de la paroi et peut notamment être comprise entre 0,915 et 0,960 g/cm<sup>3</sup>.

Selon une variante avantageuse, les fils de verre continus noyés dans la

matière organique thermoplastique forment un angle compris entre 50 et 55° avec l'axe dudit corps. Un tel agencement permet d'augmenter encore la résistance axiale et circonférentielle du corps à la pression exercée par un fluide circulant ou contenu à l'intérieur pour une même quantité de fils de verre continus utilisée.

5 Selon une autre variante avantageuse, les fils de verre continus noyés dans la matière organique thermoplastique forment un angle proche de 90° avec l'axe du corps et d'autres fils de verre continus sont noyés dans la matière organique thermoplastique en étant disposés longitudinalement le long de l'axe du corps.

10 Le choix d'une de ces variantes, de leur combinaison ou d'une autre variante privilégiant un angle d'enroulement des fils de verre continus différent, ainsi que les quantités respectives des fils de verre dans la direction selon laquelle ils sont disposés sera à effectuer en fonction des contraintes spécifiques liées à chaque application telles que la résistance à la pression, à l'ovalisation, à  
15 la flexion...

Lors de la fabrication du corps, comme décrit ci-après, les fils de verre continus sont de préférence noyés dans une partie de l'épaisseur de la paroi.

De préférence encore, les fils de verre continus sont répartis uniformément dans ladite partie. Une telle répartition des fils dans la matière organique thermoplastique augmente très favorablement les propriétés mécaniques du corps  
20 et les garantit à long terme.

L'invention concerne également un tuyau composite constitué du corps de révolution précédemment défini, revêtu d'une couche de finition en matière organique thermoplastique, de préférence identique à celle du corps de  
25 révolution.

La couche de finition conforme à l'invention permet de protéger de manière sûre le tuyau contre les agressions extérieures susceptibles d'intervenir lors du stockage, du transport, des opérations de chantier et de son utilisation.

Le corps ou le tuyau conformes à l'invention sont particulièrement adaptés  
30 pour contenir et/ou véhiculer des fluides sous pression.

L'invention vise également un procédé de fabrication d'un corps de révolution creux dont la paroi est à base d'une matière organique thermoplastique unique A dans laquelle sont noyés en étant enroulés hélicoïdalement autour de

l'axe du corps, des fils de verre continus. Selon ce procédé, on réalise, en ligne, les étapes suivantes :

a/ on chauffe au moins en superficie un ruban constitué de fils de verre continus noyés dans une matière organique thermoplastique A, dans une zone  
5 située à proximité d'un corps de révolution creux dont la paroi est à base de la même matière A, en rotation autour de son axe ;

b/ on enroule, de manière hélicoïdale, le ruban chauffé autour du corps de révolution en rotation ;

c/ on chauffe à une température supérieure à la température de fusion de  
10 la matière A, une partie de la surface périphérique extérieure du corps de révolution revêtue du ruban, dans une zone située immédiatement en aval de la zone de contact entre le ruban et le corps de révolution ;

d/ on applique une pression locale sur la partie de la surface périphérique  
15 extérieure du corps de révolution revêtue du ruban, dans une zone située immédiatement en aval de la zone de chauffe de l'étape c/.

Un tel procédé garantit la parfaite imprégnation des fils de verre continus dans la matière organique thermoplastique, recherchée dans le cadre de l'invention.

De préférence, on réalise le chauffage de l'étape a/ à une température  
20 supérieure à la température de ramollissement de la matière A.

De préférence encore, préalablement à l'étape a/, on réalise, également en ligne, les étapes suivantes :

- on entraîne et on assemble des fils co-mêlés continus constitués de  
25 filaments de verre et de filaments de matière A intimement mélangés sous la forme d'au moins une nappe de fils parallèles ;

- on introduit ladite nappe dans une zone où elle est chauffée à une température comprise entre la température de fusion et la température de dégradation de la matière A ;

- on fait passer la nappe chauffée dans un dispositif d'imprégnation de  
30 manière à obtenir un ruban laminé de forme plus aplatie que celle du ruban conforme à l'étape a/ ;

- on introduit le ruban laminé dans une zone où il est chauffé à une température comprise entre la température de fusion et la température de

dégradation de la matière A de manière à obtenir le ruban conforme à l'étape a/.

Selon cette variante du procédé, il est possible d'utiliser des enroulements de fils co-mêlés obtenus selon un procédé direct tel que celui décrit dans les brevets EP 0 367 661, WO 98/ 01751 ou EP 0 599 695, fils qui présentent  
5 l'avantage d'avoir un excellent indice de co-mêlage, notamment grâce à la stabilité du procédé. Dans le cadre de l'invention, il faut comprendre par « excellent indice de co-mêlage » un indice de co-mêlage dont la valeur moyenne est inférieure à 12. On précise que pour calculer la valeur moyenne de l'indice de co-mêlage, on procède de la manière suivante :

- 10 - on réalise un certain nombre de coupes transversales sur une longueur de fil co-mêlé donnée ;
- on effectue un maillage de chacune des coupes ;
- on mesure, pour chaque maille, à l'aide d'une méthode micrographique du type analyse d'image, la répartition surfacique entre les filaments de verre et les  
15 filaments de matière organique thermoplastique ;
- on calcule, pour chaque coupe, l'écart type des répartitions surfaciques de toutes les mailles, qui est l'indice de co-mêlage de la coupe considérée ;
- on calcule la valeur moyenne de l'indice de co-mêlage pour toutes les coupes.

- 20 Cet excellent indice de co-mêlage induit une excellente répartition des fils de verre dans la matière thermoplastique parallèlement à l'axe du corps, avec les avantages qui en découlent tels que ceux mentionnés plus haut.

L'invention vise enfin un dispositif de mise en oeuvre du procédé défini ci-dessus. Celui-ci est remarquable en ce qu'il comprend :

- 25 - des moyens pour chauffer au moins en superficie un ruban constitué de fils de verre continus noyés dans une matière organique thermoplastique A, dans une zone située à proximité d'un corps de révolution creux dont la paroi est à base de la même matière A, en rotation autour de son axe ;
- des moyens pour enrouler, de manière hélicoïdale, le ruban chauffé  
30 autour du corps de révolution en rotation ;
- des moyens pour chauffer à une température supérieure à la température de fusion de la matière A, une partie de la surface périphérique extérieure du corps de révolution revêtue du ruban, dans une zone située immédiatement en

aval de la zone de contact entre le ruban et le corps de révolution ;

- des moyens pour appliquer une pression locale sur la partie de la surface périphérique extérieure du corps de révolution revêtue du ruban, dans une zone située immédiatement en aval de la zone de chauffe.

5            Selon une variante préférée, les moyens de chauffage superficiel du ruban comprennent au moins un four de type à infrarouge, de préférence fonctionnant avec des rubans ou des lampes régulés en puissance en fonction de la température du ruban chauffé superficiellement. Un tel four a l'avantage d'être à la fois performant sur le plan énergétique et facile à réguler.

10           Avantageusement, les moyens d'enroulement comprennent une tête de dépose qui facilite la dépose du ruban chauffé conforme à l'invention. Cette tête est mobile et commandée en rotation ; elle comprend de préférence trois galets de forme hyperboloïde, parallèles entre eux et dont l'axe est sensiblement perpendiculaire à l'axe de la tête de dépose. Une telle configuration pour la tête  
15 de dépose améliore considérablement la précision et la reproductibilité de la dépose du ruban sur le corps de révolution.

            Selon une caractéristique additionnelle, les moyens de chauffage du corps de révolution revêtu du ruban comprennent une buse de soufflage d'air chaud de section approximativement oblongue.

20           Selon une autre caractéristique, les moyens pour appliquer la pression localisée comprennent au moins un galet rotatif mis en pression par un vérin. Lorsque l'ensemble des étapes selon l'invention est réalisé en continu à partir d'enroulements de fils co-mêlés continus obtenus notamment par un procédé direct, le dispositif peut comporter en outre :

25           - des moyens pour entraîner et assembler des fils co-mêlés continus constitués de filaments de verre et de filaments de matière A intimement mélangés sous la forme d'au moins une nappe de fils parallèles :

            - des moyens pour chauffer ladite nappe à une température comprise entre la température de fusion et la température de dégradation de la matière A ;

30           - un dispositif d'imprégnation de la nappe chauffée de manière à obtenir un ruban laminé de forme aplatie ;

            - des moyens pour maintenir le ruban à une température comprise entre la température de fusion et la température de dégradation de la matière A jusqu'aux



moyens d'enroulement du ruban.

Selon cette variante, les moyens d'enroulement et d'assemblage comprennent un cantre à partir duquel sont déroulées des bobines de fils co-mêlés continus constitués de filaments de verre et de filaments de matière A  
5 intimement mélangés et au moins un galet assurant le guidage des fils co-mêlés.

D'autres détails et caractéristiques avantageuses ressortiront ci-après à la lecture de la description détaillée d'un exemple illustratif mais non limitatif de l'invention, fait en référence aux figures 1a à 3c qui représentent respectivement :

- figure 1a : une image d'une partie d'un tuyau conforme à l'invention ;
- 10 - figures 1b et 1c : deux coupes micrographiques longitudinales de la partie du tuyau selon la Figure 1a ;
- figures 2a à 2e : une représentation schématique générale du dispositif utilisé pour la fabrication du tuyau selon la figure 1a ainsi que celles de différentes parties de ce même dispositif ;
- 15 - figures 3a à 3c : des images de tuyaux données à titre d'exemples comparatifs.

La figure 1a montre une image de la surface extérieure d'une partie d'un tuyau 1 en polyéthylène renforcé de fils de verre continus conformément à l'invention, dont le diamètre extérieur est égal à 200 mm. Sur cette image on  
20 constate la parfaite homogénéité de cette partie du tuyau sur toute sa hauteur, avec en particulier un motif en forme de losange uniforme. Ce motif est caractéristique d'une des étapes du procédé de fabrication selon l'invention et révèle l'angle sous lequel les fils de verre continus ont été enroulés.

Le poids de cette partie du tuyau est égal à environ 4kg/m.

25 Les figures 1b et 1c, sont deux coupes micrographiques longitudinales de cette partie du tuyau, obtenues à l'aide d'un microscope à balayage électronique (M.E.B). Sur la figure 1b, on voit la structure particulière de la partie du tuyau. Celle-ci se décompose en trois zones a, b, c distinctes dans l'épaisseur :

- la zone a interne comprend du polyéthylène pur de densité moyenne  
30 environ égale à  $0,955 \text{ g/cm}^3$ , et dont le Melt Index (M.I) à la température de  $190^\circ\text{C}$  et sous un poids de 5 kg est égal à 0,45 ;

- la zone b intermédiaire comprend des fils de verre continus uniformément répartis le long de l'axe et entre lesquels se trouve du polyéthylène de densité

moyenne environ égale à  $0,952 \text{ g/cm}^3$ , et dont le Melt Index (M.I) à la température de  $190^\circ\text{C}$  et sous un poids de 2,16 kg est égal à 18.

- la zone c externe comprend uniquement du polyéthylène identique à celui de la zone b.

- 5 En fait, à la vue de la figure 1c qui représente un grossissement (x8) localisé de la figure précédente, on s'aperçoit clairement qu'il n'y a pas de « frontière » visible entre les zones a et b susmentionnées. Cette absence de « frontière » révèle la parfaite continuité de la matière organique thermoplastique utilisée. Il y a donc eu, au cours du processus de fabrication de cette partie du  
10 tuyau une parfaite imprégnation entre les deux matières en polyéthylène de densité différente, comme expliqué ci-après.

Une analyse d'image permet de quantifier le taux volumique de vide de la paroi de cette partie du tuyau 1 : il est de l'ordre de 0,2 %.

- La figure 2a est une représentation schématique générale du dispositif qui  
15 a été utilisé pour la fabrication du tuyau selon la figure 1a. Ce dispositif 2 comprend tout d'abord un bâti 3 à l'intérieur duquel est fixé un moteur et son système de synchronisation des différents mouvements, non représentés.

- De ce bâti 3 sort un mandrin 4 apte à être mis en rotation et dont la section a été expansée par gonflage de manière à ce que le tube extrudé 5 en  
20 polyéthylène PE 100, d'épaisseur égale à 5 mm, est emmanché sur lui avec un jeu serré. De ce bâti 3 sort également un arbre 6 dont la rotation assure le déplacement d'un ensemble chariot 7 en translation parallèlement au mandrin 4.

- Cet ensemble chariot 7 supporte respectivement une tête de dépose 71, un galet presseur 72 dont le réglage en hauteur est assuré par un vérin hydraulique  
25 non représenté, une buse de soufflage d'air chaud 73, une enceinte chauffante 74 et un dispositif de tension 75.

- En amont de l'ensemble chariot 7 se trouve disposé un cantre 8 à partir duquel sont déroulées des bobines de fils co-mêlés continus 9 constitués de 800 filaments de verre et de 800 filaments de polyéthylène intimement mélangés. Ces  
30 fils co-mêlés 9 sont commercialisés sous la dénomination commerciale TWINTEX® par la société VETROTEX, le rapport en poids étant, en pourcentages, de 60 pour le verre et de 40 pour le polyéthylène. Un tel rapport permet d'obtenir le meilleur compromis pour le tuyau fini, respectivement entre la facilité de mise

en oeuvre et les performances mécaniques à la fois dans le sens longitudinal et transverse.

Le principe général de fonctionnement de ce dispositif 2 est le suivant :

les fils co-mêlés continus issus des bobines déroulées sont tout d'abord  
5 assemblés sous la forme d'une nappe de fils parallèles entre eux . Celle-ci passe  
à travers le dispositif de tension 75, qui la met sous tension, puis à l'intérieur de  
l'enceinte chauffante 74, qui sera détaillée par la suite. A la sortie de cette  
enceinte 74, la nappe a été transformée en un ruban 10 dont l'enveloppe  
extérieure en polyéthylène est encore ramollie et a une température comprise  
10 entre 150 et 185°C. Ce ruban 10 passe alors dans la tête de dépose 71 qui vient  
l'enrouler de manière hélicoïdale autour du tube 5 en rotation sur lui-même. Dans  
une zone située immédiatement en aval de la zone de contact entre le ruban 10 et  
le tube 5, une buse de soufflage d'air chaud 73 vient chauffer une partie de la  
surface périphérique extérieure du tube 5 revêtue du ruban 10 à une température  
15 comprise entre 200 et 240°C . Immédiatement en aval de cette zone de chauffe le  
galet presseur 72 applique une pression locale sur la partie de la surface  
périphérique extérieure du tube 5 revêtue du ruban 10. L'ensemble des éléments  
étant monté sur le chariot mobile 7 se déplaçant parallèlement à l'axe du tube 5,  
comme dit précédemment, ce dernier devient entièrement revêtu du ruban 10 par  
20 le déplacement en aller-retour du chariot 7. Ce déplacement est obtenu par le  
fonctionnement du système de synchronisation précité.

Les différentes parties du dispositif vont maintenant être décrites plus en  
détail, en référence aux figures 2b à 2e.

Le cantre 8 non représenté se compose essentiellement d'un châssis  
25 comprenant des axes tournants horizontaux supportant les bobines de fils co-  
mêlés conformes à l'invention, commercialisés sous la dénomination commerciale  
TWINTEX® . Ces axes tournants sont freinés par un dispositif approprié dont la  
fonction est de réguler la tension des fils co-mêlés et d'éviter que les bobines ne  
se déroulent de manière incontrôlée. Bien évidemment, le cantre 8 peut être fixe  
30 ou mobile suivant le déplacement du chariot 7. Cela dépendra notamment de la  
longueur du tube 5 à revêtir conformément à l'invention.

La figure 2b est une vue détaillée en perspective du dispositif de tension 75  
utilisé conformément à l'invention. Il comporte respectivement, dans le sens

indiqué par la flèche f qui donne le sens de défilement des fils co-mêlés 9, une première plaque à oeillets 751, une deuxième plaque perforée 752 parallèle à la première, un galet rainuré 753, deux roues en contact 754 et enfin un embarrage 755. La plaque à oeillets 751 regroupe les fils co-mêlés 9 et les guide sous un angle faible vers la plaque perforée 752. Celle-ci les regroupe par paire et les aligne avec le galet 753 dont les rainures maintiennent un espace régulier entre les fils 9 de manière à obtenir une bandelette 91 homogène après être passés entre les deux roues 754 en contact. Une de ces deux roues 754 est munie d'un capteur de vitesse de la bandelette 91, le contact entre les roues étant tel que l'entraînement est assuré sans glissement de la bandelette 91. L'embarrage 755, quant à lui, réduit le foisonnement des fils co-mêlés 9, ce qui évite tout risque de collage des fils en polyéthylène sur les parois portées à haute température du dispositif de chauffage 74.

Comme il est représenté à la figure 2c, le dispositif de chauffage 74 comporte deux fours 741 alignés dont les sources de chaleur sont des lampes à infrarouge 742 régulées en puissance, entre lesquels est situé un dispositif d'imprégnation 743 qui aplatit le ruban 10. La régulation des fours est telle que les températures atteintes par le ruban 10 en sortie du four 741 le plus en amont, c'est à dire le plus proche du dispositif de tension 75, sont comprises entre 170 et 180°C, tandis que celles atteintes en sortie du four le plus en aval, c'est à dire le plus proche de la tête de dépose sont comprises entre 175 et 185°C. Le dispositif d'imprégnation 743 est constitué de trois barres 744 chauffantes parallèles entre elles et disposées en triangle. La barre supérieure est réglable en hauteur de manière à ce que le ruban 10 soit plus ou moins aplati.

La figure 2d montre la structure détaillée de la tête de dépose 71. Cette tête de dépose 71 comporte un vérin rotatif 711 à butées réglable dont la rotation entraîne, par l'intermédiaire d'une chaîne de renvoi 712, un roulement à billes 713 circulaire solidaire de trois galets 714 de forme hyperboloïde pouvant être mis en rotation sur eux-mêmes. La rotation du vérin rotatif 711 dont le rappel est assuré par deux ressorts non représentés permet d'incliner la tête dans un sens ou l'autre sans se déformer, ce qui permet au ruban 10 de suivre le déplacement du chariot 7 par rapport au tube 5 sans se déformer. Les galets 714 sont tous chauffés et régulés en température de telle sorte que le ruban 10 soit maintenu à une

température suffisamment élevée à sa sortie de la tête de dépose 71. Cette structure avantageuse permet d'avoir une très bonne précision et reproductibilité de la dépose recherchée selon l'invention.

La figure 2e montre enfin l'agencement précis des différents éléments du dispositif selon l'invention dans sa partie aval. Selon cet agencement, la buse oblongue de soufflage d'air chaud 73 est disposée perpendiculairement au tube 5, en étant aligné avec la tête de dépose 71 dans une position diamétralement opposée à celle-ci. Le galet presseur 72 dont la pression de contact, représentée par la flèche P, est exercée par l'intermédiaire d'un vérin hydraulique non représenté, est solidaire du chariot mobile et distant de la tête de dépose d'une distance équivalente à environ la largeur du ruban 10. Ce galet est refroidi par un fluide arrivant dans un tuyau souple 721. Cet agencement des différents éléments à cet endroit de la fabrication permet d'obtenir une imprégnation parfaite entre le polyéthylène du ruban 10 et celui du tube 5 et de faire exsuder une fine pellicule de polyéthylène dans la partie périphérique extérieure.

Après réglage optimisé des paramètres influençant les températures atteintes au cours du procédé, et donc le degré d'imprégnation recherché selon l'invention, tels que la vitesse de rotation du mandrin 4, la translation effectuée par le chariot mobile 7 par rotation du mandrin, le débit et la température de l'air soufflée par la buse 73, la distance entre le tube 5 et la buse 73, la pression exercée par le vérin hydraulique sur le galet presseur 72, on obtient la partie du tuyau représentée à la figure 1a. Pour obtenir un tuyau complètement fini, il est possible d'extruder une couche de finition de préférence en polyéthylène.

Les figures 3a à 3c représentent des images de parties de tuyaux données à titre d'exemples comparatifs :

- la partie du tuyau de la figure 3a a été obtenue à l'aide du même dispositif de fabrication 2 que celui qui vient d'être décrit mais à partir de bobines uniquement de fils de verre continus ;
- la partie du tuyau de la figure 3b a été obtenue également à l'aide du même dispositif de fabrication 2 mais à partir de bobines de fils de verre continus et de polyéthylène co-enroulés mais sans aucun co-mélange entre eux ;
- la partie du tuyau de la figure 3c a été obtenue enfin à l'aide du même dispositif de fabrication 2 à partir des mêmes bobines de fils co-mêlés utilisés

selon l'invention, à savoir ceux commercialisés sous la dénomination commerciale TWINTEX®, mais sans préchauffage de la nappe avant dépose.

Après analyse de ces images, on constate qu'aucune de ces parties de tuyau ne présente la transparence de la partie de tuyau selon l'invention, représentée à la figure 1a, transparence qui caractérise la parfaite imprégnation conforme à l'invention et que, plus précisément :

- l'utilisation de fils uniquement de verre ne permet aucune imprégnation, bien que le polyéthylène du tube 5 fonde superficiellement ;

- l'utilisation de fils de verre et de polyéthylène co-enroulés sans co-mélange conduit à une mauvaise imprégnation révélée par une couleur blanchâtre localisée, ainsi que des décohésions microscopiques ;

- le fait de ne pas utiliser de préchauffage du ruban implique des décohésions microscopiques localisées et non pas un manque d'imprégnation.

Le tableau 1 ci-dessous regroupe pour l'exemple selon l'invention le poids en kg/m, l'épaisseur totale de la paroi du tuyau sans couche de finition en mm, la rigidité en kN/m<sup>2</sup> et la pression à l'éclatement en bar, dont le diamètre extérieur est égal à 200mm.

TABLEAU 1

	Exemple selon l'invention
Poids (kg/m)	4,0
Epaisseur totale (mm)	6,2
Rigidité (kN/m <sup>2</sup> )	12
Pression à l'éclatement (bar)	> 70

En outre, des essais de vieillissement accéléré mettent en évidence que le tuyau conforme à l'invention conserve ses performances mécaniques au cours du temps.

Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées sans pour autant sortir du cadre de l'invention. Ainsi, par exemple, le nombre de filaments de verre et de polyéthylène intimement mélangés des bobines de fils co-mêlés conformes à l'invention, de préférence celles commercialisées sous la dénomination TWINTEX®, la largeur des rubans, pourront être notamment choisis en fonction du diamètre et de la longueur du tuyau que l'on cherchera à atteindre.

REVENDICATIONS

1. Corps de révolution creux (1) dont la paroi est à base d'une matière organique thermoplastique A unique dans laquelle sont noyés, en étant enroulés hélicoïdalement autour de l'axe du corps, des fils de verre continus, **caractérisé en ce que** la paroi présente un taux volumique de vide  $V_v$  inférieur à 0,5 %, de préférence inférieur à 0,2 %.
2. Corps de révolution selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite matière organique thermoplastique est du polyéthylène PE.
3. Corps de révolution selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la densité  $d$  de ladite matière organique thermoplastique est variable dans l'épaisseur de la paroi.
4. Corps de révolution selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la densité  $d$  de ladite matière organique thermoplastique est comprise entre 0,915 et 0,960 g/cm<sup>3</sup>.
5. Corps de révolution selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les fils de verre continus forment un angle compris entre 50 et 55° avec l'axe dudit corps.
6. Corps de révolution selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les fils de verre continus noyés dans la matière organique thermoplastique forment un angle proche de 90° avec l'axe du corps **et en ce que** d'autres fils de verre continus sont noyés dans la matière organique thermoplastique en étant disposés longitudinalement le long de l'axe du corps.
7. Corps de révolution selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les fils de verre continus sont noyés dans une partie (b) de l'épaisseur de la paroi.
8. Corps de révolution selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les fils de verre continus sont répartis uniformément dans ladite partie.
9. Tuyau composite constitué du corps de révolution selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 revêtu d'une couche de finition en matière organique thermoplastique, de préférence identique à celle du corps de révolution.
10. Utilisation du corps selon l'une des revendications 1 à 8 ou du tuyau selon la revendication 9 pour contenir et/ou véhiculer des fluides sous pression.

11. Procédé de fabrication d'un corps de révolution creux (1) dont la paroi est à base d'une matière organique thermoplastique unique A dans laquelle sont noyés en étant enroulés hélicoïdalement autour de son axe, des fils de verre continus **caractérisé en ce qu'on réalise**, en ligne, les étapes suivantes :

5           a/ on chauffe au moins en superficie un ruban (10) constitué de fils de verre continus noyés dans une matière organique thermoplastique A, dans une zone située à proximité d'un corps de révolution creux à base de la même matière A, en rotation autour de son axe ;

10           b/ on enroule, de manière hélicoïdale, le ruban chauffé autour du corps de révolution en rotation ;

            c/ on chauffe à une température supérieure à la température de fusion de la matière A, une partie de la surface périphérique extérieure du corps de révolution revêtue du ruban, dans une zone située immédiatement en aval de la zone de contact entre le ruban et le corps de révolution ;

15           d/ on applique une pression locale sur la partie de la surface périphérique extérieure du corps de révolution revêtue du ruban, dans une zone située immédiatement en aval de la zone de chauffe de l'étape c/.

20           12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'on réalise** le chauffage de l'étape a/ à une température supérieure à la température de ramollissement de la matière A.

            13. Procédé selon la revendication 11 ou 12, **caractérisé en ce que** préalablement à l'étape a/, on réalise, également en ligne, les étapes suivantes :

25           - on entraîne et on assemble des fils co-mêlés continus (9) constitués de filaments de verre et de filaments de matière A intimement mélangés sous la forme d'au moins une nappe (91) de fils parallèles ;

            - on introduit ladite nappe dans une zone où elle est chauffée à une température comprise entre la température de fusion et la température de dégradation de la matière A ;

30           - on fait passer la nappe chauffée dans un dispositif d'imprégnation (743) de manière à obtenir un ruban laminé de forme plus aplatie que celle du ruban conforme à l'étape a/ ;

            - on introduit le ruban laminé dans une zone où il est chauffée à une température comprise entre la température de fusion et la température de



dégradation de la matière A de manière à obtenir le ruban conforme à l'étape a/.

14. Dispositif (2) de mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 11 à 13 **caractérisé en ce qu'il comprend :**

- des moyens pour chauffer (74) au moins en superficie un ruban (10) constitué de fils de verre continus noyés dans une matière organique thermoplastique A, dans une zone située à proximité d'un corps de révolution creux (5) dont la paroi est à base de la même matière A, en rotation autour de son axe ;
- des moyens (71) pour enrouler, de manière hélicoïdale, le ruban chauffé autour du corps de révolution en rotation ;
- des moyens pour chauffer (73) à une température supérieure à la température de fusion de la matière A, une partie de la surface périphérique extérieure du corps de révolution revêtue du ruban, dans une zone située immédiatement en aval de la zone de contact entre le ruban et le corps de révolution ;
- des moyens pour appliquer une pression (72) locale sur la partie de la surface périphérique extérieure du corps de révolution revêtue du ruban, dans une zone située immédiatement en aval de la zone de chauffe.

15. Dispositif selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** les moyens de chauffage superficiel du ruban (74) comprennent au moins un four (741) de type à infrarouge, de préférence fonctionnant avec des rubans ou lampes (742) régulés en puissance.

16. Dispositif selon la revendication 14 ou 15, **caractérisé en ce que** les moyens d'enroulement comprennent une tête de dépose (71).

17. Dispositif selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** la tête de dépose (71) est mobile et commandée en rotation, et comprend notamment trois galets (714) de forme hyperboloïde, parallèles entre eux et dont l'axe est sensiblement perpendiculaire à l'axe de rotation de la tête.

18. Dispositif selon l'une des revendications 14 à 17, **caractérisé en ce que** les moyens de chauffage du corps de révolution revêtu du ruban comprennent d'une buse de soufflage d'air chaud (73) de section approximativement oblongue.

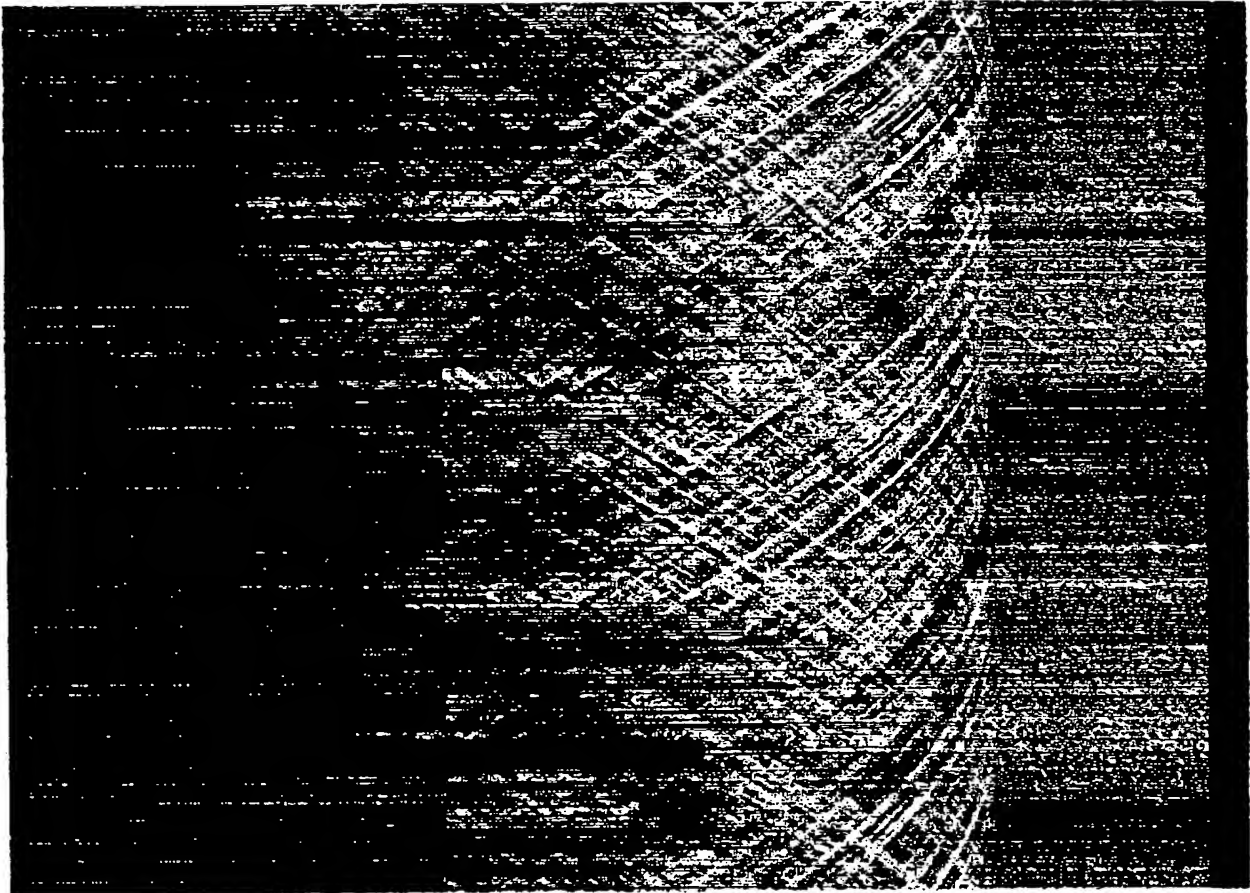
19. Dispositif selon l'une des revendications 14 à 18, **caractérisé en ce**

que les moyens pour appliquer la pression localisée comprennent au moins un galet rotatif (72) mis en pression par un vérin.

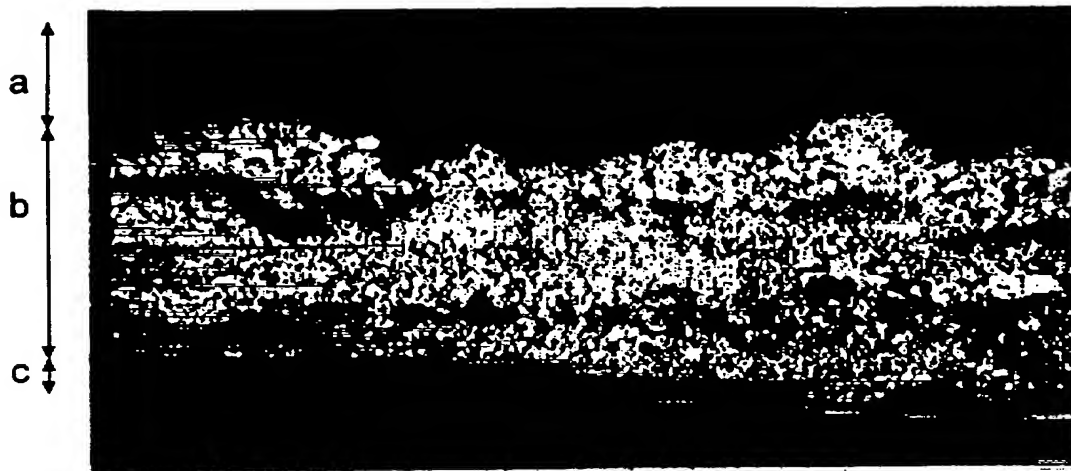
20. Dispositif selon l'une des revendications 14 à 19, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre :

- 5           - des moyens (8) pour entraîner et assembler des fils co-mêlés continus (9) constitués de filaments de verre et de filaments de matière A intimement mélangés sous la forme d'au moins une nappe (91) de fils parallèles ;
- des moyens (741) pour chauffer ladite nappe à une température comprise entre la température de fusion et la température de dégradation de la matière A ;
- 10          - un dispositif d'imprégnation (743) de la nappe chauffée de manière à obtenir un ruban laminé de forme aplatie ;
- des moyens (741) pour maintenir le ruban à une température comprise entre la température de fusion et la température de dégradation de la matière A jusqu'aux moyens d'enroulement dudit ruban.
- 15          21. Dispositif selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** les moyens d'enroulement et d'assemblage comprennent un cantre (8) à partir duquel sont déroulées des bobines de fils co-mêlés continus (9) constitués de filaments de verre et de filaments de matière A intimement mélangés et au moins un galet (753) assurant le guidage des fils co-mêlés.
- 20          22. Dispositif selon la revendication 20 ou 21, **caractérisé en ce que** les moyens de chauffage de la nappe comprennent au moins un four à infrarouges.
- 23. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 22, **caractérisé en ce que** le dispositif d'imprégnation est constitué de trois barres chauffantes (744) parallèles entre elles et disposées en triangle.
- 25          24. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 23, **caractérisé en ce que** les moyens de chauffage du ruban comprennent au moins un four à infrarouges (741).

1/9

Fig.1a

2/9

Fig.1bFig.1c

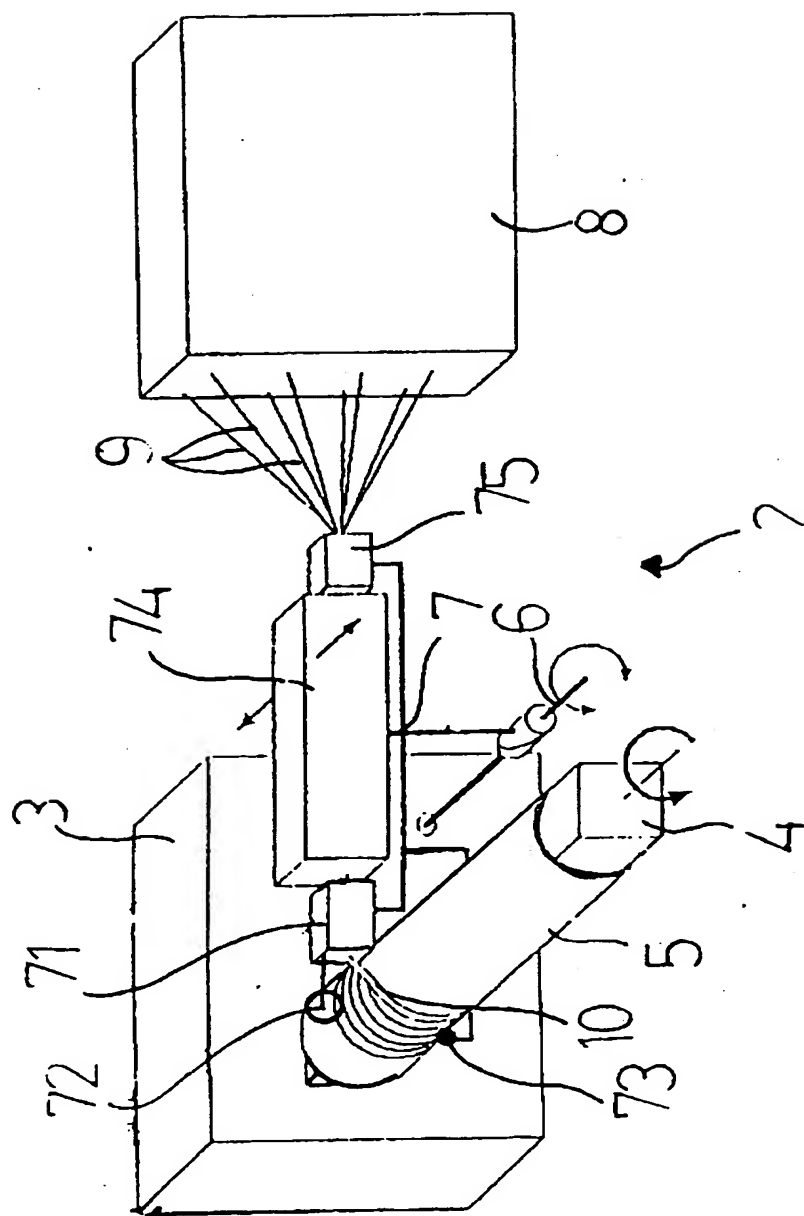
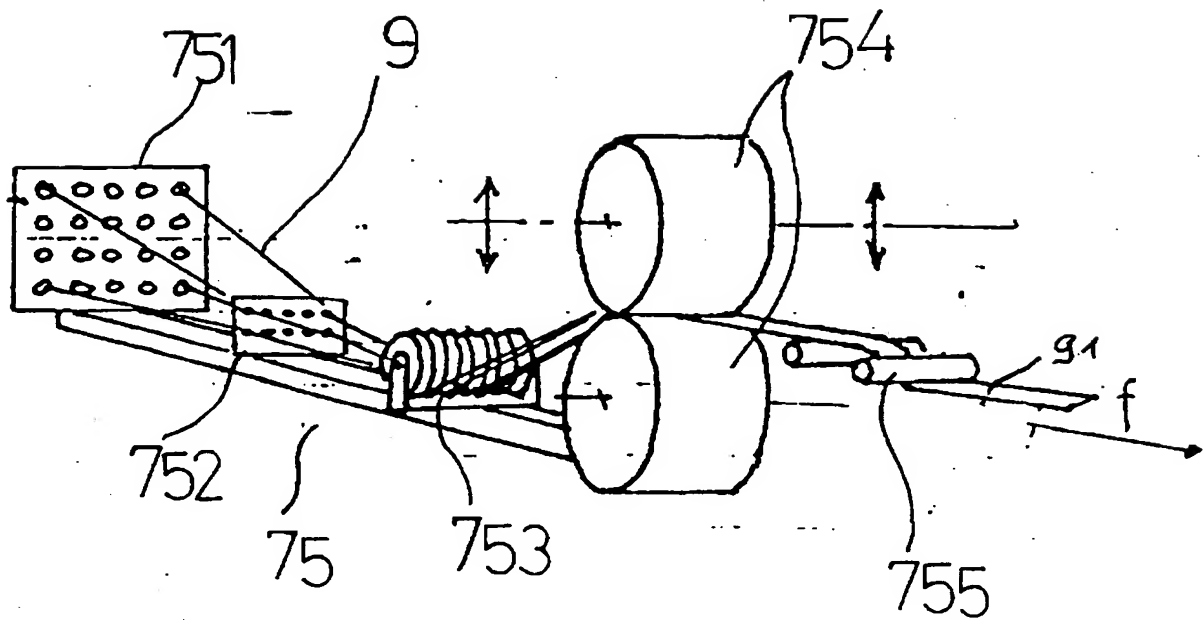
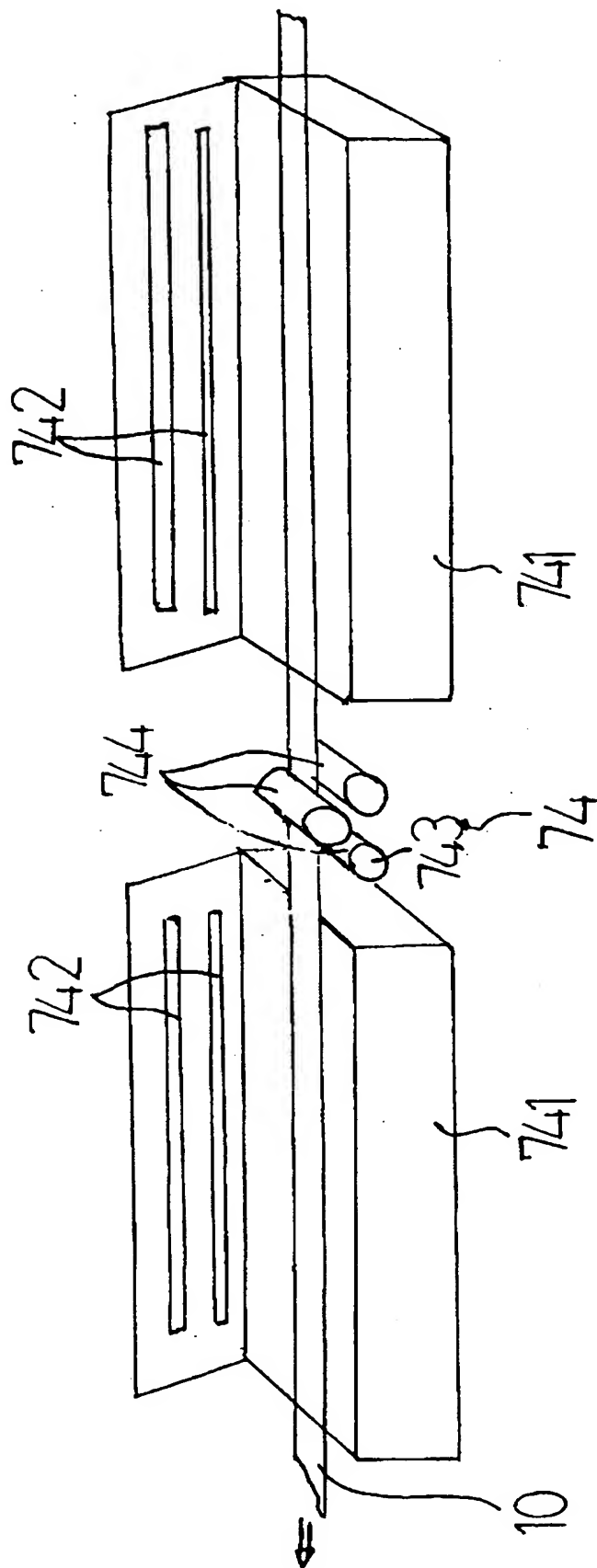
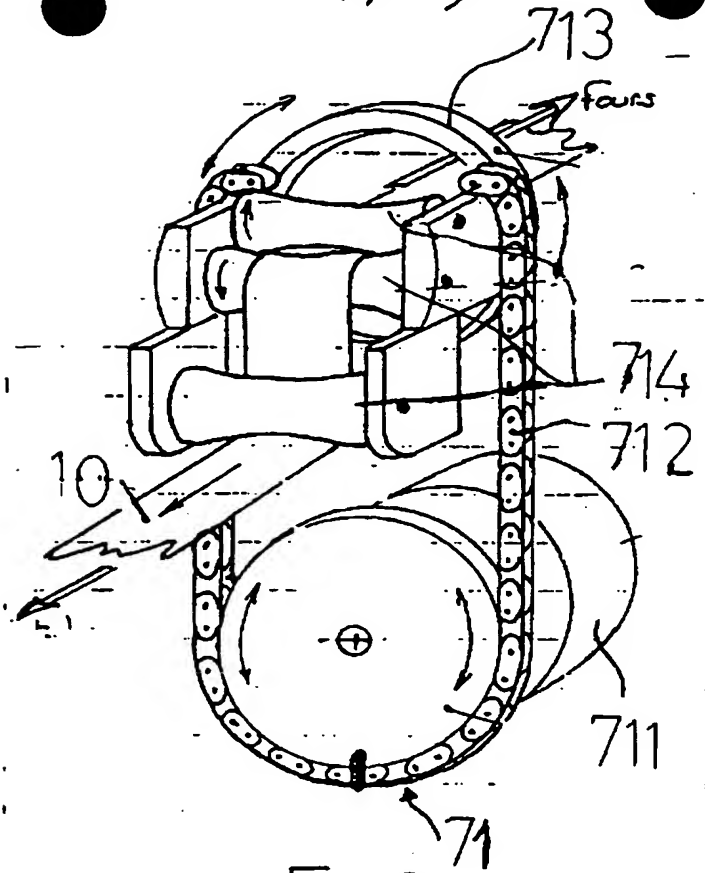
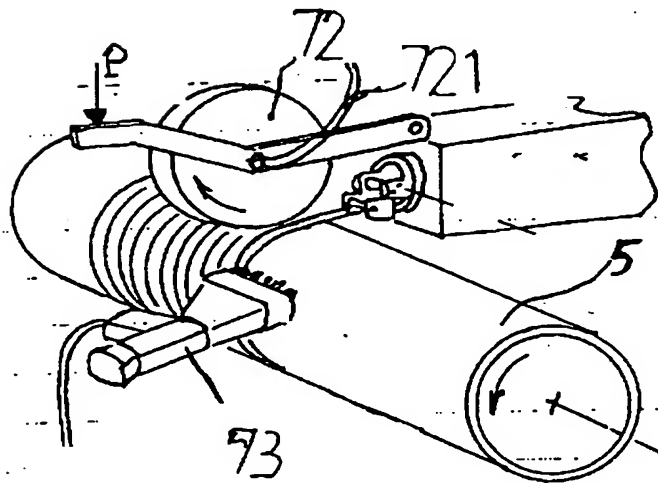


Fig. 2a

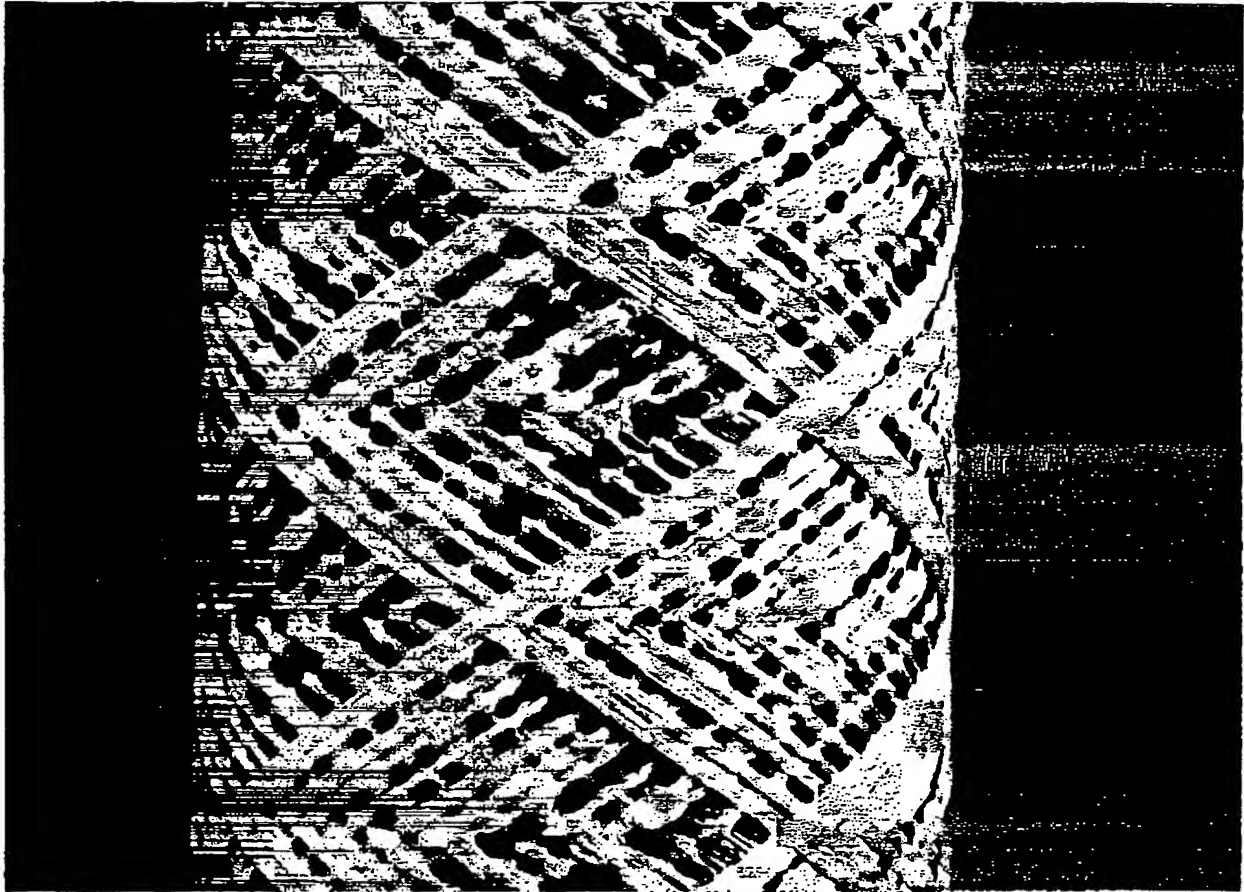
Fig.2b

Fig. 2c

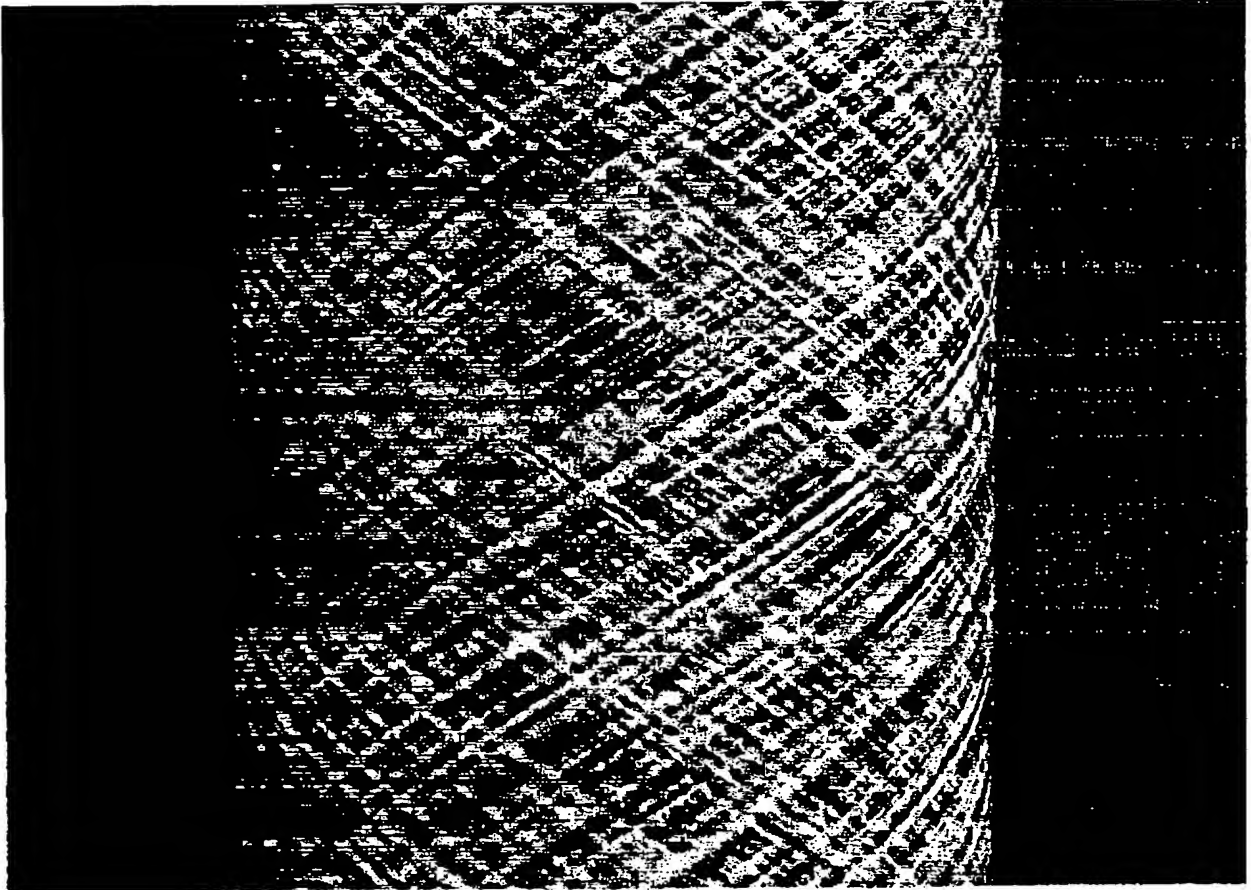
Fig. 2dFig. 2e



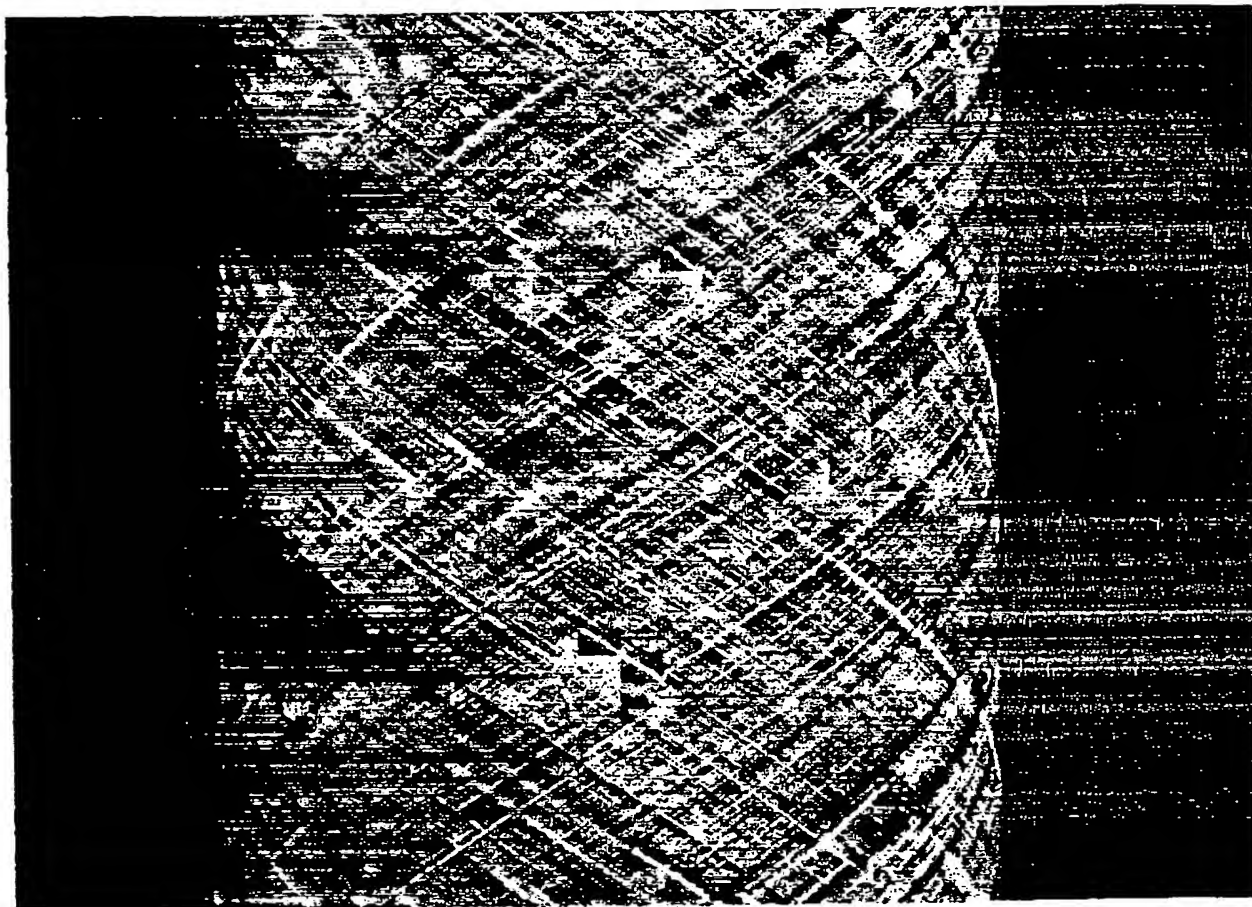
7/9

Fig.3a

8/9

Fig.3b

9/9

Fig.3c

INSTITUT NATIONAL

de la

PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la rechercheN° d'enregistrement  
national

FA 566356

FR 9813293

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	EP 0 463 611 A (DU PONT) 2 janvier 1992 (1992-01-02)  * page 2, ligne 25 - ligne 41; revendication 8; exemple 2 *	1,5,6,8, 10-12, 14-19
X	EP 0 265 915 A (PHILLIPS PETROLEUM CO) 4 mai 1988 (1988-05-04) * page 3, ligne 21 - ligne 53; tableau 1 *	1,8, 10-16,20
X	EP 0 569 928 A (HOECHST CELANESE CORP) 18 novembre 1993 (1993-11-18) * colonne 3, ligne 51 - colonne 4, ligne 16 *	11-14, 20,21 1-10
X	US 5 447 586 A (TAM ALBERT S) 5 septembre 1995 (1995-09-05) * colonne 3, ligne 28 - ligne 50; figures *	14-16, 18,19
A	EP 0 198 744 A (AEROSPATIALE) 22 octobre 1986 (1986-10-22) * page 6, ligne 20 - ligne 27; figures *	1-24
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		B29C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
9 juillet 1999		Van Wallene, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

1

EPO FORM 1501 03.82 (P04C13)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**